



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**ÉXITO DE ECLOSIÓN, SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE CRÍAS DE
Trachemys venusta (SEIDEL, 2002) EN DIFERENTES TRATAMIENTOS
DESINFECTANTES AL SUSTRATO DE INCUBACIÓN EN LA UMA CICEA**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

AMALIA TRINIDAD LÓPEZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DRA. CLAUDIA ELENA ZENTENO RUÍZ

EN CODIRECCIÓN DE:

DR. LEÓN DAVID OLIVERA GÓMEZ

VILLAHERMOSA, TABASCO, FEBRERO DE 2025.

Declaración de Autoría y Originalidad

En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 17 del mes de enero del año 2025, el que suscribe **Amalia Trinidad López** alumna del Programa de la **Licenciatura en Biología** con número de matrícula **132G17155** adscrito a la **División Académica de Ciencias Biológicas** de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autora de la **Tesis** presentado para la obtención del título de **Licenciatura en Biología** y titulado **“Éxito de eclosión, sobrevivencia y crecimiento de crías de *Trachemys venusta* (Seidel, 2002) en diferentes tratamientos desinfectantes al sustrato de incubación en la UMA CICEA”** dirigido por la **Dra. Claudia Elena Zenteno Ruíz** y **Dr. León David Olivera Gómez**.

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido de la **Tesis** presentado de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 25 de noviembre 2024.



Amalia Trinidad López



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
RECONOCIMIENTO DEL GOBIERNO FEDERAL
REVOLUCIONARIO Y DEFENSOR
DEL PAÍS
GOBIERNO DE
MÉXICO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN

Villahermosa, Tab., a 03 de Diciembre de 2024

ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACIÓN
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza a la **C. AMALIA TRINIDAD LÓPEZ** egresada de la Lic. en **BIOLOGIA** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis denominado: **"ÉXITO DE ECLOSIÓN, SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE CRÍAS DE *Trachemys venusta* (SEIDEL, 2002) EN DIFERENTES TRATAMIENTOS DESINFECTANTES AL SUSTRATO DE INCUBACIÓN EN LA UMA CICEA"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E


DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

UJAT.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente Alumno de la División Académica
C.c.p.- Interesado





UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
NACIMIENTO DEL PROFESORADO
REVOLUCIONARIO Y DE FOMENTO
DEL MAYA
GOBIERNO DE
MÉXICO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN

DICIEMBRE 03 DE 2024

**C. AMALIA TRINIDAD LÓPEZ
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"ÉXITO DE ECLOSIÓN, SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE CRÍAS DE *Trachemys venusta* (SEIDEL, 2002) EN DIFERENTES TRATAMIENTOS DESINFECTANTES AL SUSTRATO DE INCUBACIÓN EN LA UMA CICEA"**, asesorado por el Dra. Claudia Elena Zenteno Ruiz y Dr. León David Olivera Gómez, sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el Biol. Casiano Alberto Méndez Sánchez, MCA. Kenia Laparra Torres, Dra. Claudia Elena Zenteno Ruiz, Dr. León David Olivera Gómez y MCA. Juan Manuel Koller González

**A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE**


**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR**

U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.





UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE TABASCO
GOBIERNO DE MÉXICO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN

25 de noviembre de 2024

C. Amalia Trinidad López
Pasante de la Lic. en Biología

En cumplimiento de los lineamientos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, se implementó la revisión del trabajo recepcional (Tesis), a través de la plataforma Turnitin iThenticate para evitar el plagio e incrementar la calidad en los procesos académicos y de investigación en esta División Académica. Esta revisión se realizó en correspondencia con el Código de Ética de la Universidad y el Código Institucional de Ética para la Investigación.

Por este conducto, hago de su conocimiento las observaciones, el índice de similitud y el reporte de originalidad obtenido a través de la revisión en la plataforma iThenticate de su documento de Tesis **"ÉXITO DE ECLOSIÓN, SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE CRÍAS DE *Trachemys venusta* (SEIDEL, 2002) EN DIFERENTES TRATAMIENTOS DESINFECTANTES AL SUSTRATO DE INCUBACIÓN EN LA UMA CICEA"**.

OBSERVACIONES:

Se incluyó citas, se excluyó bibliografía y fuentes pequeñas (o palabras), y se limitó el tamaño de coincidencias a 16 palabras.

RESULTADO DE SIMILITUD	10 %
	8151 palabras, 29 coincidencias y 14 fuentes

Finalmente, se le solicita a la C. Amalia Trinidad López, integrar en la versión final del trabajo recepcional (Tesis), este oficio y el informe de originalidad con el porcentaje de similitud de Turnitin iThenticate.

Sin otro particular al cual referirme, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR



C.c.p. Dra. Claudia Elena Zenteno Ruíz. Directora de tesis.
C.c.p. Dr. León David Olivera Gómez. Codirector de tesis.
C.c.p. Archivo

ÉXITO DE ECLOSIÓN, SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE CRÍAS DE Trachemys venusta (SEIDEL, 2002) EN DIFERENTES TRATAMIENTOS DESINFECTANTES AL SUSTRATO DE INCUBACIÓN EN LA UMA CICEA

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co	Internet	143 palabras — 2%
2	revistas.ujat.mx	Internet	132 palabras — 2%
3	docplayer.es	Internet	110 palabras — 2%
4	archivos.ujat.mx	Internet	55 palabras — 1%
5	repositorio.unajma.edu.pe	Internet	53 palabras — 1%
6	hagoc.mx	Internet	43 palabras — 1%
7	repositoriousco.co	Internet	35 palabras — 1%
8	pt.scribd.com	Internet	28 palabras — < 1%

9	docplayer.net Internet	24 palabras — < 1%
10	datospdf.com Internet	22 palabras — < 1%
11	Rodimiro Ramos-Reyes, Miguel Ángel Palomeque-De la Cruz, Hector Javier Megia- Vera, Daniel Pascual-Landeros. "Modelo del cambio de uso de suelo en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, México", REVISTA TERRA LATINOAMERICANA, 2021 Crossref	17 palabras — < 1%
12	es.melma.com Internet	17 palabras — < 1%
13	revistas.iiap.gob.pe Internet	17 palabras — < 1%
14	ia601904.us.archive.org Internet	16 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

DESACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

< 10 PALABRAS

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 16 PALABRAS

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 25 de noviembre 2024.

Por medio de la presente manifiesto haber colaborado como AUTORA en la producción, creación y/o realización de la obra denominada **“Éxito de eclosión, sobrevivencia y crecimiento de crías de *Trachemys Venusta* (Seidel 2002) en diferentes tratamientos desinfectantes al sustrato de incubación en la UMA CICEA”** Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES


Amalia Trinidad López.


Dra. Claudia Elena Zenteno Ruíz.

TESTIGOS


GUSTAVO ENRIQUE LUNA DE LA CRUZ


ÁNGEL LUNA HERNÁNDEZ

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios de todo corazón por prestarme la vida, por otorgarme salud, fuerzas, fortaleza, sabiduría y entendimiento en mi caminar diario; por concederme mi sueño más anhelado de culminar mi carrera profesional.

Agradezco a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por abrirme sus puertas de su hermosa casa para vivir mi experiencia en mi vida personal y profesional.

De manera muy especial mi más sincero agradecimiento a la División Académica de Ciencias Biológicas a sus autoridades y a todo su personal académico; por el apoyo, respeto y ayuda durante el tiempo de estudio en este bello lugar.

Agradezco enormemente a todos mis maestros y profesores que me brindaron su respeto, cariño y gratitud; durante la formación de mi carrera a todos ellos muchas gracias.

Profundamente agradezco a mis asesores de tesis personas muy especiales con corazones llenos de amor, cariño y afecto como son los doctores; Claudia Elena Zenteno Ruiz y León David Olivera Gómez por brindarme su apoyo incondicional.

Quiero agradecer grandemente al equipo de mis sinodales de tesis por compartir sus grandes conocimientos en la elaboración de mi trabajo; sin ellos no podría decir las palabras he terminado y concluido mi tesis; de todo corazón para ellos mi respeto y admiración por su gran profesionalismo.

Sin olvidar agradezco a todos mis compañeros y amigos estudiantes que en algún momento compartimos vivencias, emociones y experiencias que jamás serán olvidadas a todos ellos les reitero mis más sinceras gracias.

De manera personal agradezco y doy gracias a mis amigos Janet Valencia, Gustavo Luna, Cristóbal García y Glenda Ruiz por su apoyo incondicional que me brindaron.

INFINITAMENTE GRACIAS A TODOS POR LOS FAVORES RECIBIDOS SIEMPRE LOS LLEVARE EN MI CORAZON.

DEDICATORIA

Al padre celestial por todo lo que tengo, todo lo que soy, por ser mi guía en todos los momentos de mi vida, por amarme, quererme y bendecirme; a ti te dedico este trabajo y mi vida entera. Gracias señor por guiarme y cuidar de mí.

A MIS PADRES

Al Sr. Cristóbal Trinidad Contreras (+) y Sra. Juana López Almeida por educarme y guiarme con buenos principios y valores para enfrentar la vida gracias por todo su apoyo y amor desde mi existencia terrenal.

A MIS HERMANOS

Rosario, Josefa, Mariano, Emeterio, Domitila, Olga y Saul. Gracias por compartir conmigo su amor, respeto y cariño; por creer en mí y estar conmigo cuando los necesito.

A MIS SOBRINOS

A todos mis sobrinos en general y en especial a Becky, Alex, Hugo, Sergio, Edy, Carlos, Nere, Manolo, Javi, Lupita y Max. A todos ellos gracias por el respeto, afecto y cariño los quiero mucho.

Le dedico con mucho amor y respeto este pequeño trabajo a la persona que me dirigió y me indujo a salir adelante; a la Dra. Claudia Elena Zenteno Ruiz. Gracias por ser mi guía en este proyecto profesional.

GRACIAS LOS AMO CON TODO MI CORAZON.

INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Distribución de la especie.	3
2.2. Características de la especie y alimentación.....	3
2.3. Ecología de la especie.	4
2.4. Reproducción.	4
2.5. Madurez Sexual	4
2.6. Dimorfismo sexual	5
2.7. Ciclos reproductivos.....	5
2.8. Anidación	5
2.9. Incubación.	5
2.10. Trabajos realizados de anidación e incubación de huevos (<i>T. venusta</i>)....	6
III. JUSTIFICACIÓN	8
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	9
V. HIPÓTESIS.....	10
VI. OBJETIVOS	11
6.1. Objetivo general.	11
6.2. Objetivos específicos.....	11
VII. ÁREA DE ESTUDIO.....	12
7.1. Localización.....	12
7.2. Características generales del área.	12
VIII.METODOLOGÍA.....	14
8.1. Fase de campo.	14
8.1.2. Localización de los nidos.	14
8.1.3. Extracción y colecta de huevos.	14
8.1.4. Limpieza de huevos.	15
8.2. Fase de Laboratorio	15

8.2.1. Sustratos.....	15
8.2.2. Tratamiento 1. Sustrato arena lavada con yodo al 5% con agua destilada.	15
8.2.3. Tratamiento 2. Sustrato de arena asoleada humedecida con agua destilada.....	15
8.2.4. Tratamiento 3. Sustrato de arena asoleada humedecida con agua destilada y yodo al 5%.	15
8.2.5. Tratamiento 4. Sustrato de arena natural humedecida con agua destilada.	16
8.2.6. Incubación de los huevos.....	16
8.2.7. Revisión de huevos incubados.....	17
8.2.8. Eclosión.	17
8.2.9. Mantenimiento de las crías y sobrevivencia los primeros 60 días de vida.	17
8.3. Análisis de los datos.....	19
IX. RESULTADOS.....	19
9.1. Éxito de eclosión.....	19
9.2. Tiempo de eclosión.....	22
9.3. Sobrevivencia, peso ganado y crecimiento relativo del caparazón de las crías a 60 días.....	23
X. DISCUSIÓN.....	25
10. 1. SUSTRATO.....	25
10.2. Éxito de eclosión.....	26
10. 3. Sobrevivencia de crías (<i>T. venusta</i>).....	27
10. 4. Crecimiento de crías de (<i>T. venusta</i>) a 60 días.....	28
XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
XII. REFERENCIAS.....	31

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Registro de tratamientos al sustrato de incubación de huevos de tortuga hicotea (T. venusta).....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2. Éxito de eclosión.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3. ANOVA simple para éxito de eclosión.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 4. Tiempo de eclosión en días para cada tratamiento.</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 5. ANOVA simple para peso ganado.</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 6. ANOVA simple para crecimiento relativo del caparazón.....</i>	<i>24</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Área de estudio.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2. Diagrama de cajas del número de crías eclosionadas por tratamiento, con tres repeticiones por tratamiento. Se muestran la mediana, el intervalo intercuartílico y el rango.....</i>	<i>21</i>

RESUMEN

La hicotéa (*Trachemys venusta*) es una tortuga de interés comercial y la más reproducida en las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida silvestre (UMA) en el sureste. Uno de los retos para su aprovechamiento sustentable es incrementar su producción a través de la incubación artificial. La arena de río es el material más económico y fácil de conseguir como sustrato de incubación, sin embargo, no existe información sobre una técnica para su desinfección, que asegure que no afectará negativamente el desarrollo del huevo o repercutirá en la calidad de la cría. El presente trabajo se realizó con la finalidad de contribuir al mejoramiento de técnicas de manejo del sustrato de incubación artificial en huevos de hicotéa (*T. venusta*) en UMAs del Estado. Los huevos se colectaron en la UMA CICEA durante el periodo de anidación en los meses de febrero- mayo del año 2018 y se utilizó arena de río sometida a tres tratamientos desinfectantes (físicos y químicos) para su incubación. Una vez transcurrido el periodo de incubación se midieron las variables éxito de eclosión, sobrevivencia y crecimiento de las crías. Las diferencias en los parámetros de crecimiento se evaluaron con un ANOVA en el programa Statgraphics. Para el éxito de eclosión los datos se analizaron con una regresión de Poisson (modelos lineales generalizados, MLG) y se estimaron la significancia de los tratamientos con la distribución Chi cuadrada. Los resultados indicaron que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos; lo cual implica que son métodos que pueden ser utilizados indistintamente en procesos de incubación en huevos de *Trachemys*.

Palabras claves

Eclosión, Incubación Artificial, Sustrato, *Trachemys*, UMA.

ABSTRACT

The hicotea (*Trachemys venusta*) is a turtle of commercial interest and the most reproduced turtle in the Management Units for the Conservation of Wildlife (UMA) in the southeast. One of the challenges for its sustainable use is to increase its production through artificial incubation. River sand is the cheapest and easiest material to obtain as incubation substrate; however, there is no information on a technique for its disinfection that ensures that it will not negatively affect egg development or affect brood quality. The present work was carried out with the purpose of contributing to the improvement of management techniques for artificial incubation substrate for hatching eggs of hicotea (*T. venusta*) in UMAs in the state. Eggs were collected at the UMA CICEA during the nesting period in the months of February-May 2018 and river sand subjected to three disinfectant treatments (physical and chemical) was used for incubation. Once the incubation period had elapsed, the variables hatching success, survival and hatchling growth were measured. Differences in growth parameters were evaluated with an ANOVA in Statgraphics. For hatching success, the data were analyzed with a Poisson regression (generalized linear models, GLM) and the significance of the treatments was estimated with the Chi-square distribution. The results indicated that there were no significant differences between treatments, which implies that these methods can be used indistinctly in incubation processes in *Trachemys* eggs.

Keywords

Hatching, Artificial Incubation, Substrate, *Trachemys*, UMA.

I. INTRODUCCIÓN

México es un país rico en cuanto a recursos naturales, ya que ocupa el segundo lugar en reptiles, tercer lugar en mamíferos el quinto lugar en plantas y sexto en anfibios (CONABIO, 2015). En México se registran 48 especies de tortugas dulceacuícolas, marinas y terrestres, las cuales representan el 13% de riqueza de especies de tortugas a nivel mundial (Flores, O., y García, U., 2013). El número de especies categorizadas de acuerdo a su importancia económica o con usos son 25, de las cuales 13 de ellas son dulceacuícolas, 7 marinas y 2 totalmente terrestres (Zenteno *et al.*, 2001).

Para el Sureste de México las tortugas dulceacuícolas, entre ellas la hicotea (*Trachemys venusta*), tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), guao (*Staurotypus triporcatus*), chiquigao (*Chelydra rossignonii*), taiman (*Claudius angustatus*), mojina, (*Rhinoclemmys areolata*) y pochitoque (*Kinosternon leucostomum*, *K. acutum* y *K. scorioide*) constituyen un recurso económico y de autoconsumo para las comunidades rurales, al mismo tiempo se encuentran en riesgo debido a la destrucción del hábitat y la sobre explotación que ha influido de manera significativa en el descenso de éstas y otras poblaciones de tortugas en el sureste de México (Vogt & Flores, 1992). Debido a la explotación intensiva que estas especies han sufrido en sus poblaciones naturales, se encuentran incluidas en diversas categorías de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

La reproducción *ex situ* es una de las alternativas de conservación para estas especies. En México se reconoce legalmente a este tipo de manejo como UMA (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre); los cuales son predios destinados a la conservación de la biodiversidad y están representados por criaderos, zoológicos y viveros, que contribuyen a la conservación de las especies, son una alternativa de aprovechamiento sustentable (Gallina *et al.*, 2009).

El propósito de establecer UMAs a nivel nacional y estatal tiene como objetivo principal conservar, preservar, aumentar la tasa de producción y mejorar las diferentes etapas de manejo de la reproducción de aquellas especies con alguna categoría de amenaza; asimismo las UMAs permiten emplear y adquirir conocimientos teóricos, prácticos y técnicos que son fundamentales para estudios de investigaciones experimentales y científicas.

Estas Unidades operan bajo un Plan de Manejo autorizado, en el que se incluyen aspectos de la infraestructura, programas de alimentación, reproducción, sobrevivencia, biometría entre otros, según lo señala la Ley General de Vida Silvestre (2010).

En Tabasco se creó la primera UMA para conservar siete especies de tortugas (León, 1989). A la fecha, se encuentran registradas 52 UMAs, de las cuales 18 manejan tortugas dulceacuícolas con diferentes fines, tales como investigación, conservación, turismo y aprovechamiento (Zenteno *et al.*, 2019). Las UMAs desempeñan una función importante en la reproducción y recuperación de especies en alguna categoría de amenaza. De las nueve especies que se distribuyen en Tabasco, la hicotea (*T. venusta*) es la de mayor interés comercial para los productores, ya que existe un mercado nacional e internacional que maneja grandes volúmenes destinados a los acuarios (Torres, 2003).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Distribución de la especie.

La tortuga hicotea (*T. venusta*) es endémica del Sureste Mexicano y América Central, se distribuye en los Estados de Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Veracruz, Yucatán hasta Panamá (Laparra *et al.*, 2014).

2.2. Características de la especie y alimentación.

La tortuga hicotea (*T. venusta*) es una especie acuática dulceacuícola de tamaño mediano, el caparazón puede llegar a medir hasta 38 cm. de longitud presenta cinco escamas vertebrales, ocho costales y 24 marginales, la coloración del caparazón es verde olivo oscuro con líneas irregulares de color amarillo, los machos viejos se ponen negros (González, 2015). Es una especie de tortuga que pesa entre 1- 3 kg, generalmente las hembras son un poco más grandes que los machos, presenta región ventral de los escudos marginales, al igual que los dorsales, presentan los ocelos tanto en la parte anterior como la posterior. El plastrón es escotado en la región posterior donde la ornamentación plastral es una figura elipsoidal simétrica con doble contorno. Presencia de cabeza parda oscura con líneas amarillas tanto en cuello y extremidades. Los machos pueden tener largas garras en las extremidades anteriores, cola más alargada y gruesa que la de las hembras (Laparra, 2005).

La tortuga hicotea (*T. venusta*) es una especie omnívora oportunista que incluye en su dieta insectos, peces y crustáceos, aunque más del 80% de su alimentación está conformada de plantas acuáticas, hojas, flores, frutos y semillas (Vogt & Guzmán 1988). De igual forma incluye algas, lirios acuáticos, lentejas de agua y plantas herbáceas. *T. venusta* en cautiverio incluye en su alimentación verduras, frutas y vegetales (Ernes & Barbour, 1994).

2.3. Ecología de la especie.

La tortuga hicotea (*T. venusta*) ésta habita en diferentes tipos de humedales tales como, ríos de corrientes lentas, lagunas, arroyos, pantanos, lagos, selvas inundables, ciénagas y manglares, comúnmente se encuentran en cuerpos de aguas permanentes claras y turbias y en áreas cubiertas por vegetación acuática, en una profundidad de aproximadamente de 1- 3 metros. Es una especie de hábitos diurnos y nocturnos, presenta conducta de asoleo de forma individual o colectivo y en épocas de desove sale a tierra (Gómez *et al.*, 2018).

2.4. Reproducción.

La reproducción es un aspecto fundamental en el proceso biológico de cualquier organismo por ser la base que garantiza la continuidad de la especie y constituye un factor esencial en la dinámica poblacional (Laparra, 2005).

2.5. Madurez Sexual

La tortuga hicotea (*T. venusta*) inicia con el periodo de cortejo lo cual realiza dentro del agua, sin olvidar que la madurez sexual en esta especie es tardía ya que logran alcanzarla hasta los 4 o 7 años de vida hasta que ya han logrado una talla alrededor de 19-21 cm. de plastrón (Zenteno, 1993). Para determinar la madurez sexual en los machos las características generalmente usadas se basan en el aspecto morfológico de los testículos y la presencia o ausencia de espermatozoides en los túbulos seminíferos y en los epidídimos. Las hembras se consideran maduras cuando ya presenten huevos en los oviductos, folículos de clase I (> 15 cm) o clase II (5- 15 mm) y cuerpos lúteos (CL, clase IV), e inmaduras solo las que poseen folículos de clase III (< 5 mm) durante todo un año. Ciertas características en ambos sexos se correlacionan con la longitud del caparazón (Laparra, 2005).

2.6. Dimorfismo sexual

En todas las tortugas los sexos están separados y existe un discreto dimorfismo sexual, donde en muchas especies esto está relacionado con el tamaño de las dimensiones corporales como la longitud del caparazón, plastrón y el peso corporal. La tortuga hicoitea (*T. venusta*) presenta un discreto dimorfismo sexual donde el macho es más pequeño que la hembra, su cabeza es delgada con un ligero respingamiento, presenta poca coloración en el caparazón, su cola es larga y gruesa y el plastrón suele tener una concavidad para acoplarse durante el apareamiento. (Mader, 1996).

2.7. Ciclos reproductivos

En el ciclo reproductivo la especie presenta comportamiento del celo el cual es estacional y ocurre durante los meses de diciembre a febrero mencionado por (Zenteno, 1993). El acontecimiento de la copula se lleva a cabo una vez que la hembra ha aceptado al macho y permite la monta, donde la hembra pone rectos sus miembros posteriores y acomoda la cola para permitir la entrada del pene, la pareja permanece estática a orillas del cuerpo de agua (Laparra, 2014).

2.8. Anidación

La anidación en condiciones naturales acontece entre enero y abril y en cautiverio la anidación ocurre durante los meses de febrero a junio. En esta etapa la hembra busca sitios para la anidación como áreas abiertas, bases de los árboles, suelos de tierra floja, arenosos y arcillosos (Laparra, 2005). Durante la temporada de anidación la hembra puede anidar hasta dos veces por año, el tamaño de la nidada puede ser en promedio de 4 a 17 huevos por nido, el tamaño de los huevos puede medir aproximadamente 3.5 cm de largo por 2.5 cm de ancho y llegan a pesar hasta 13.50 gr (Ascencio, 2003).

2.9. Incubación.

El periodo de incubación de la tortuga hicoitea (*T. venusta*) comprende 21 estadios de desarrollo embrionario, que corresponde a 59-60 días. Generalmente,

pasado este tiempo el embrión mide 61.9 mm, por tanto, se convierte en un neonato listo para salir del cascarón. El tiempo en días puede variar de acuerdo con las condiciones ambientales de humedad y temperatura, ya que es de vital importancia para el éxito de eclosión y sobrevivencia (Laparra, 2005).

En estudios realizados sobre los mecanismos de determinación del sexo en 23 géneros de tortugas entre ellos *T. venusta*, se ha demostrado que la temperatura es un factor determinante en el sexo de las crías; ya que a temperaturas de 25 °C se producen machos y a temperaturas superiores a los 29 °C se obtiene 100% hembras (Zenteno, 1999). También parece ser que los huevos son más sensibles a altas concentraciones de agua en las primeras fases de incubación (Patiño, 2010).

En otras especies de tortugas, se ha comprobado el efecto de la humedad en las características fenotípicas de las crías. Por ejemplo, en ambientes húmedos de incubación, las capacidades locomotoras de las crías de *Chelydra serpentina* mejoran. Sin embargo, no se conoce bien la relación que existe entre el desarrollo embrionario, éxito de eclosión y el intercambio de agua entre el ambiente y el huevo (Kirk Miller *et al.*, 1987).

2.10. Trabajos realizados de anidación e incubación de huevos (*T. venusta*).

Se han realizado estudios con respecto a la anidación de las tortugas en general y de otras especies de reptiles que entierran sus huevos, los cuales necesitan condiciones estables en el ambiente del nido para desarrollarse exitosamente. Tanto la humedad como la temperatura afectan el éxito de eclosión de los huevos y la emergencia del nido de los neonatos (Valverde, 2010).

La construcción del nido de (*T. venusta*) es similar al de todas las tortugas porque la hembra escoge lugares adecuados que favorezcan el desarrollo embrionario (Zenteno, 1993).

En múltiples estudios se ha documentado cómo los factores físico-químicos (temperatura, humedad, granulometría del sustrato, pH), biológicos (vegetación,

predadores, etc.), y del lugar de incubación de los huevos condicionan tanto el desarrollo embrionario del nido, como su éxito de incubación y eclosión o las características fenotípicas de las crías al nacer (masa, longitud, robustez, eficacia biológica) (Wallace *et al.*, 2004).

Según reportes encontrados para tortuga hicotea (*T. venusta*), durante la incubación artificial la temperatura es un factor muy importante para la determinación del sexo de la especie, ya que el rango óptimo de temperatura para la incubación artificial de huevos es de 27° a 30° C. (Laparra, 2005).

Ascencio (2003), realizó la evaluación de la incubación artificial de huevos de tortuga hicotea (*T. venusta*) bajo condiciones de manejo intensivo, donde definió la anidación e incubación de los huevos, así como los porcentajes de infertilidad, mortalidad embrionaria y avivamiento de huevos incubados, asimismo identificó estadios embrionarios y la sobrevivencia de las crías durante los primeros meses de vida bajo condiciones de manejo.

III. JUSTIFICACIÓN

Si bien el manejo *ex situ* es una alternativa de conservación, conlleva también algunos riesgos inherentes, como es la sanidad y la calidad de los organismos en reproducción. Las etapas más críticas del manejo de las tortugas mantenidas en cautiverio son la incubación de los huevos y las primeras semanas de vida, debido a que intervienen factores ambientales (humedad y temperatura) que afectan su viabilidad; asimismo, la eficacia de los tipos de sustrato de incubación, técnicas de manejo de huevos, cuidado durante la incubación, alimentación y sobrevivencia de los neonatos (Espejel, 2004).

La hicotéa (*T. venusta*), que se maneja en la mayoría de las UMAs con tortugas y en particular en el Estado de Tabasco, no se ha logrado obtener estudios que señalen con exactitud la relación entre el material de incubación y la calidad de las crías. SEMARNAT, (2011).

Para el proceso de incubación artificial de los huevos mantenidos en las UMAs es de suma importancia tomar en cuenta todo el material requerido, como el sustrato que se va a utilizar, manejo de los huevos, zona de incubación, contenedores, bolsas, entre otros. La arena de río es el material más económico y fácil de conseguir como sustrato de incubación, sin embargo, no existe información sobre una técnica para su desinfección, que asegure que no afectará negativamente el desarrollo del huevo o repercutirá en la calidad de la cría.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la aplicación de técnicas de manejo del sustrato de incubación artificial en huevos de tortuga hicotéa (*T. venusta*) en UMAs del Estado.

IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los tratamientos desinfectantes a que se somete el material de incubación (arena) tendrá algún efecto sobre el éxito de eclosión, sobrevivencia y crecimiento de las crías de (*T. venusta*) en la UMA CICEA?

V. HIPÓTESIS

Los tratamientos desinfectantes en la arena como material de incubación en huevos de (*T. venusta*), no afectan el éxito eclosión, sobrevivencia y crecimiento de las crías.

VI. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general.

Comparar el éxito de eclosión, sobrevivencia y crecimiento de crías de la tortuga hicotea (*T. venusta*) utilizando arena como sustrato de incubación sometido a diferentes tratamientos desinfectantes en la UMA CICEA.

6.2. Objetivos específicos.

Evaluar el éxito y tiempo de eclosión en arena como sustrato de incubación tratada con diferentes métodos físicos y químicos desinfectantes.

Observar sobrevivencia y crecimiento de crías a 60 días de edad en diferentes tratamientos desinfectantes del sustrato de incubación.

VII. ÁREA DE ESTUDIO

7.1. Localización.

El presente trabajo se realizó en la UMA “Centro de Investigación para la Conservación de Especies Amenazadas” (CICEA) con registro ante la SEMARNAT

INE/CITES/DFYFS-CR-IN-

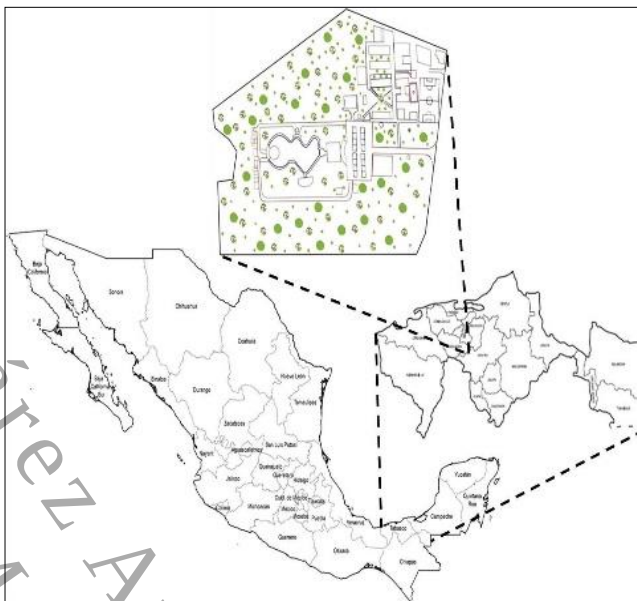
0023-TAB/99; a cargo de la División Académica de Ciencias

Biológicas. La UMA se ubica en un área suburbana, lo que ha

permitido la conservación y regeneración de vegetación típica de los humedales

interiores del sureste mexicano. La División Académica de Ciencias Biológicas se localiza entre las coordenadas 17°59'26" y 17°59'17" latitud norte; 92°58'16" y 92°59'37" longitud oeste. Carretera Villahermosa-Cárdenas s/n, Km 0.5. Entronque a Bosques de Saloya, R/a. Emiliano Zapata, Tabasco, México.

Figura 1. Área de estudio



Elaboración basada en el INEGI (2009).

7.2. Características generales del área.

El clima del municipio de Centro es cálido – húmedo, con temperatura media anual de 27°C y precipitaciones de 2550 mm anuales, con lluvias presentes durante el año, siendo más abundantes en los meses de junio a octubre. (INEGI, 2009). Los suelos característicos del área son Antrosoles (suelos modificados o condicionados en su desarrollo por el hombre), Gleysoles (suelo pantanoso donde se acumula y estanca el agua), inundados casi la mayor parte del año (Vázquez *et al.*, 2010).

La vegetación natural de la UMA corresponde a un humedal con vegetación hidrófita y pastizal inducido. Son comunes las gramíneas denominadas zacate alemán (*Echinochloa polystachya*), pasto gigante (*Paspalum viratum*) y una Ciperacea (*Cyperus ferax*). Incluye hidrófitas flotantes como la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), sumergidas y enraizadas como el espadañal (*Typha latifolia*), además de islotes de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, las cuales están representadas principalmente por el macuilís (*Tabebuia rosea*) y el sauce (*Salix chilensis*) (López, 2013).

VIII. METODOLOGÍA

8.1. Fase de campo.

Las actividades de campo se realizaron en el estanque de reproductores ubicado en la UMA CICEA y durante el periodo de nidación de la tortuga hicatea (*T. venusta*) en los meses de febrero- mayo del año 2018.

8.1.2. Localización de los nidos.

Para montar el experimento se realizó la búsqueda y localización de los nidos de tortuga hicatea (*T. venusta*), específicamente alrededor de toda el área del estanque de reproductores, que consiste en un predio en forma triangular con un excavado en el centro de aproximadamente un metro y medio de profundidad. Los indicios que se emplearon para la ubicación de los nidos fue la observación del sustrato y las partes removidas, así como las irregularidades del microrelieve que son dejadas por las hembras durante la construcción del nido, generalmente en suelos no muy húmedos provistos de vegetación (Restrepo, 2007).

8.1.3. Extracción y colecta de huevos.

Para la colecta y extracción de los huevos se realizó la excavación de los nidos de forma manual, el procedimiento consistió en excavar el sustrato con los dedos de manera cuidadosa hasta localizar los huevos en el nido, procurando no causar daño de ruptura y movimientos que afectaran los huevos al extraerlos uno a uno, estos se colocaron en charolas de plástico en forma ordenada para contabilizarlos de acuerdo a cada nido; posteriormente, los huevos colectados se trasladaron al área de incubación de la UMA CICEA donde se resguardaron para su proceso de limpieza, selección, marcaje (con lápiz de carbón número dos) e incubación de los huevos. Para el efecto del presente trabajo se seleccionaron los nidos que presentaron el mismo tiempo de desarrollo y un mínimo de 12 huevos y características homogéneas por nido, que presentaron forma y textura adecuada como es la hidratación, coloración blanquecina en el cascarón, dureza y tamaño (Ascencio, 2003).

8.1.4. Limpieza de huevos.

Para realizar el proceso de limpieza, se usó un recipiente con 3 litros de agua corriente donde se sumergieron los huevos para lavarlos de forma manual y ordenada uno a uno evitando el menor movimiento posible; enseguida se colocaron agrupados por nido en una rejilla cuadrada metálica cubierta con una franela húmeda para evitar la deshidratación; posteriormente se realizó el marcaje de identificación con base en cada nido para el registro de incubación.

8.2. Fase de Laboratorio

8.2.1. Sustratos.

Para el presente trabajo, se utilizó arena como sustrato base y varió de acuerdo al tratamiento de desinfección tal como se describe a continuación:

8.2.2. Tratamiento 1. Sustrato arena lavada con yodo al 5% con agua destilada.

Se seleccionaron unos 3 kg. de arena de río tamizada, que se colocó en un recipiente hondo de plástico y con 2 litros de agua destilada y yodo al 5%; fue lavada manualmente dejando escurrir en una charola extendida de plástico para su secado a la sombra 72 horas. Después, para su uso se humedeció el sustrato con agua destilada con el equivalente al 3% de su peso.

8.2.3. Tratamiento 2. Sustrato de arena asoleada humedecida con agua destilada.

Para preparar el sustrato se seleccionaron unos 3 kg. de arena de río tamizada, que se colocó extendida en una lámina galvanizada y se expuso al sol durante 2 horas de 12:00 a 14:00 horas. Posteriormente, se humedeció el sustrato con agua destilada con el equivalente al 3% de su peso.

8.2.4. Tratamiento 3. Sustrato de arena asoleada humedecida con agua destilada y yodo al 5%.

La preparación del sustrato de arena asoleada se realizó igual que en el tratamiento dos con la diferencia de agua destilada con yodo al 5% con el equivalente al 3% de su peso.

8.2.5. Tratamiento 4. Sustrato de arena natural humedecida con agua destilada.

Para la preparación del sustrato de arena natural se seleccionaron unos 3 kg. de arena de río tamizada se colocó en un recipiente de plástico, posteriormente el sustrato fue utilizado en el proceso de incubación. Para humedecer el sustrato se utilizó agua destilada con el equivalente al 3% de su peso. Los tratamientos desinfectantes que se aplicaron al sustrato de incubación se registraron en (tabla 1).

Tabla 1. Registro de tratamientos al sustrato de incubación de huevos de tortuga hicotea (*T. venusta*).

Tratamiento al sustrato	Número de bolsas por tratamiento (Repeticiones)	Número de huevos por cada bolsa
T1. Sustrato arena lavada con yodo al 5% con agua destilada.	3 bolsas	4 huevos
T2. Sustrato arena asoleada humedecida con agua destilada.	3 bolsas	4 huevos
T3. Sustrato arena asoleada humedecida con agua destilada y yodo al 5%.	3 bolsas	4 huevos
T4. Sustrato de arena natural humedecida con agua destilada.	3 bolsas	4 huevos

Elaboración propia (2020).

8.2.6. Incubación de los huevos.

Para la incubación se usaron los sustratos T1, T2, T3 y T4, que se colocaron en partes iguales en tres bolsas de plástico por sustrato –réplicas sumando un total de 12 bolsas. En cada bolsa se colocaron cuatro huevos provenientes de diferentes nidos; los huevos fueron marcados con lápiz con el número de nido y las bolsas se identificaron con la fecha de incubación, número de huevos y sustrato tratado.

Como siguiente paso se procedió a colocar los huevos en cada bolsa con los sustratos de arena humedecida, esto se realizó en forma ordenada cubriendo los huevos con el sustrato y evitando el contacto entre ellos para prevenir la contaminación cruzada (Ascencio, 2003). Cada bolsa se cerró de manera que resguardara aire para mejorar la oxigenación de los huevos; y se colocaron en una charola de plástico y se mantuvieron en el área de incubación para su monitoreo y vigilancia. La temperatura se registró entre 27 y 29 °C y la humedad entre 2 y 3 %, el tiempo de incubación se consideró de 45 a 60 días tomando en cuenta la fecha de incubación hasta el día de eclosión.

8.2.7. Revisión de huevos incubados.

Después de realizado el procedimiento de incubación de los huevos en la sala asignada, estos se revisaron cada 15 días para monitorear la humedad, temperatura, oxígeno, coloración y forma de los huevos. En el caso de detectar la inviabilidad de un huevo, (Zenteno *et al.* 2004); este se extrajo a fin de evitar la pérdida de los demás por contaminación del sustrato. Se llevó un registro de los huevos que se encontraron inviables y del tratamiento correspondiente.

8.2.8. Eclosión.

La eclosión de los huevos incubados en cada uno de los sustratos tratados se observó desde el momento de la ruptura del huevo por la cría y se consideró neonato hasta que salió por completo del cascarón. El éxito de eclosión se calculó como el cociente entre el número de crías eclosionadas en cada nido y el número inicial de huevos del nido. El tiempo de eclosión, como el tiempo que transcurre desde el día de inicio de la incubación (T1) hasta el día de eclosión (T2) Fórmula para calcular éxito de eclosión: $\frac{NC}{NH}$ (donde NC es número de crías y NH es número de huevos).

8.2.9. Mantenimiento de las crías y sobrevivencia los primeros 60 días de vida.

Los neonatos se colocaron en charolas de plástico en forma individual, se resguardaron en la sala de mantenimiento de crías, se alimentaron cada tercer día con alimento balanceado de etapa inicial para peces minipelex extruido ®El Pedregal

de 1.5 mm el cual contiene un porcentaje de proteína del 45%. Asimismo, se les brindó 20 minutos de asoleo una vez por semana y recambio total de agua tres veces a la semana. Durante los primeros 60 días de vida se evaluó la sobrevivencia (número de neonatos que sobreviven al final del periodo). A las crías se les midió el Largo recto caparazón (LRC) y el peso, durante los primeros dos meses de vida, para estimar el peso ganado (PG) y crecimiento relativo del caparazón (CRC) (Houlinhan & Jobling, 2000).

$$\text{PG (\%)} = 100 * [(\text{pf} - \text{Pi}) / \text{Pi}]$$

Donde

PG es el peso ganado (gr)

Pf es el peso final y

Pi es el peso inicial.

$$\text{CRC (\%)} = 100 * [(\text{LCR}_f - \text{LCR}_i) / \text{LCR}_i]$$

CRC es el crecimiento relativo del caparazón (mm)

LCRF es medida final de LCR

LCRI es la medida inicial de LCR

8.3. Análisis de los datos.

A partir de los datos obtenidos se analizaron si existieron diferencias entre los sustratos con respecto al éxito de eclosión, parámetros de crecimiento (el peso ganado y crecimiento relativo del caparazón). Las diferencias en los parámetros de crecimiento se evaluaron con un ANOVA en el programa Statgraphics. Para el éxito de eclosión los datos se analizaron con una regresión de Poisson (modelos lineales generalizados, MLG) y se estimaron la significancia de los tratamientos con la distribución Chi cuadrada.

IX. RESULTADOS

Se incubaron un total de 48 huevos pertenecientes a cuatro nidos con 12 huevos por tratamiento. Los resultados de cada tratamiento y huevos eclosionados se presentaron en la Tabla 2.

Tabla 2. Éxito de eclosión

Tratamiento	No. De huevos Incubados	Huevos Eclosionados
T1	12	8
T2	12	9
T3	12	7
T4	12	8
Total	48	32

Elaboración propia (2020).

9.1. Éxito de eclosión.

El éxito de eclosión en los cuatro tratamientos desinfectantes fue en promedio del 66.6%. El análisis sobre las diferencias entre tratamientos fue realizado a través de un ANOVA simple de un factor. La prueba F en la tabla ANOVA determinó que no

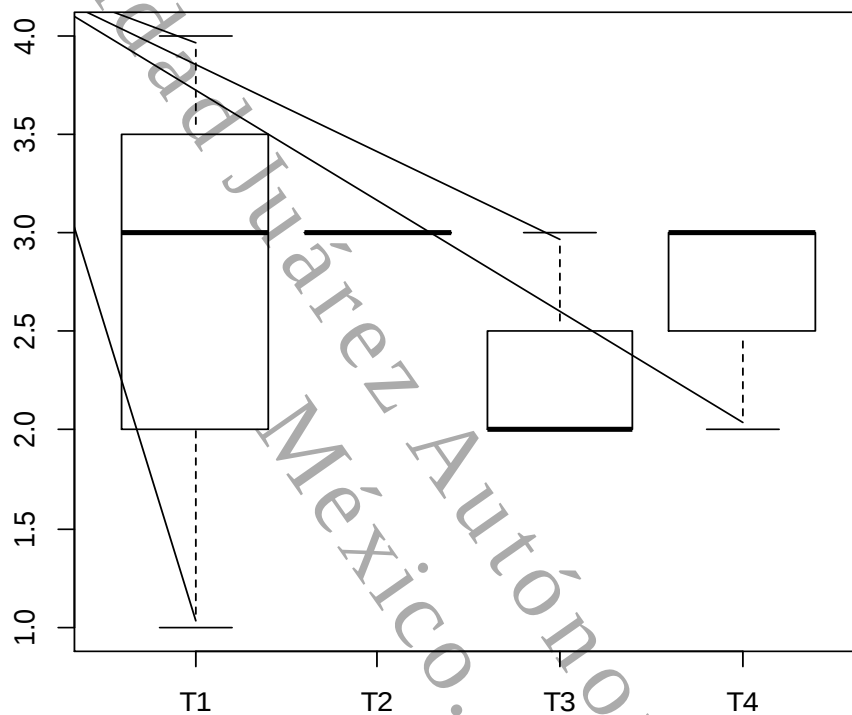
existieron diferencias significativas entre las medias para el parámetro éxito de eclosión (Tabla 3). Así mismo, se realizó un diagrama de cajas con el número de crías eclosionadas por tratamiento (Figura 2). También se analizó el número de crías por tratamiento a través de un ANOVA posterior a una regresión de Poisson (modelos lineales generalizados, MLG) observando la significancia de los tratamientos con una Chi cuadrada, obteniéndose de nuevo un efecto global no significativo (Devianza=0.251, $P(\chi^2)=0.969$).

Tabla 3. ANOVA simple para éxito de eclosión.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0416667	3	0.0138889	0.30	0.8272
Intra grupos	0.375	8	0.046875		
Total (Corr.)	0.416667	11			

Elaboración basada en el programa Statgraphics, (2020).

Figura 2. Diagrama de cajas del número de crías eclosionadas por tratamiento, con tres repeticiones por tratamiento. Se muestran la mediana, el intervalo intercuartílico y el rango.



Elaboración basada en el programa Statgraphics, (2020).

9.2. Tiempo de eclosión.

Los resultados para tiempo de eclosión se registraron en una tabla donde se contabilizaron los días iniciando desde la fecha de incubación hasta la última fecha de eclosión de los organismos. El tiempo de eclosión de huevos varió entre 39 y 56 días (Tabla 4).

Tabla 4. Tiempo de eclosión en días para cada tratamiento.

Tratamiento	Huevos eclosionados	Tiempo de eclosión en días min- máx. (Prom)
T1	8	39 – 56 (46.0)
T2	9	39 – 56 (47.4)
T3	7	39 – 53 (45.4)
T4	8	39 – 56 (48.1)
Total	32	

Elaboración propia (2020).

9.3. Supervivencia, peso ganado y crecimiento relativo del caparazón de las crías a 60 días.

Cada uno de los tratamientos se inició con 12 huevos, haciendo un total de 48 huevos, de estos eclosionaron 32 crías. A estas crías se les llevó un registro de la supervivencia durante 60 días. Durante este lapso no se presentaron decesos de crías y se mantuvieron los 32 organismos eclosionados hasta el final del estudio, representando una supervivencia del 100%.

El promedio de peso ganado a 60 días de las 32 crías entre los cuatro tratamientos fue de 81.35% promedio general. El análisis de peso ganado a 60 días fue evaluado a través de un ANOVA simple de un factor. Donde la prueba F en la tabla ANOVA determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos entre la media para incremento peso entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel de 95% de confianza. (Ver tabla 5).

Tabla 5. ANOVA simple para peso ganado.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	97.6638	3	32.5546	2.44	0.1392
Intra grupos	106.69	8	13.3362		
Total (Corr.)	204.354	11			

Elaboración basada en el programa Statgraphics, (2020).

El crecimiento relativo del caparazón de las crías fue en promedio general de 4.4% en el periodo analizado. El análisis de crecimiento relativo entre tratamientos fue evaluado a través de un ANOVA simple de un factor. Donde la prueba F en la tabla ANOVA determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la media de incremento longitud (Tabla 6).

Tabla 6. ANOVA simple para crecimiento relativo del caparazón.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.673426	3	0.224475	1.99	0.1940
Intra grupos	0.901852	8	0.112731		
Total (Corr.)	1.57528	11			

Elaboración basada en el programa Statgraphics, (2020).

X. DISCUSIÓN

10. 1. SUSTRATO

El sustrato es uno de los materiales importantes en la incubación de huevos; determina en gran medida el éxito de eclosión de los neonatos. La arena es un sustrato que se utiliza en la incubación de huevos de tortugas y otros reptiles, tal como lo señalan (Garza y Vogt 1994); quienes incubaron huevos de iguana verde (*Iguana iguana*) en forma artificial utilizando arena como sustrato, obteniendo resultado de un 89% de eclosiones. En el presente estudio se utilizó arena tratada como sustrato de incubación en huevos de tortuga bicotea (*T. venusta*) con la finalidad de mejorar las técnicas y manejo de huevos en las UMAs y así lograr mayores porcentajes de eclosión y avivamiento (Valencia, 2004).

En estudios relacionados con los sustratos utilizados en incubación no se ha logrado identificar el sustrato idóneo en el caso de las tortugas dulceacuícolas; pero existe información derivada del manejo práctico en las UMAs que indican que la arena es uno de los sustratos más utilizados por su costo y por la cantidad de humedad que ésta retiene. En el presente estudio se obtuvo el 66.6% de eclosión, lo cual es menor a lo reportado para otros reptiles, sin embargo, hay que destacar que en éste se probaron los métodos de desinfección, y no las características de la arena, que puede representar una fuente de variación considerable, este aspecto no se ha estudiado a profundidad en tortugas de agua dulce.

Lo anterior, redundaría en un mayor aprovechamiento en las UMAs dedicadas a su producción con fines comerciales o de conservación ya que con las técnicas de incubación utilizadas en las UMAs se han obtenido resultados satisfactorios utilizando arena como sustrato en huevos de reptiles (Villegas y Segovia, 1998). La adquisición y manejo de la arena, por lo tanto, representa recursos económicos, horas-hombre y espacios dentro de los criaderos. Los resultados obtenidos del estudio entre los tratamientos de desinfección de la arena no mostraron diferencias significativas, lo

que por un lado puede indicar que las temperaturas de asoleo del sustrato son suficientes como técnicas para evitar la pérdida de huevos y así lograr un mejor porcentaje de eclosión tal como lo reporta (Cruz y Teahulos, 1994), quienes incubaron huevos de iguana verde (*Iguana iguana*) en sustrato de arena obteniendo hasta un 100% de eclosiones. Por otro lado, ayuda a descartar que sea la fuente de contaminación y bajas en la eclosión. Con esta información se da pie a plantear nuevas preguntas de investigación sobre las fuentes de agua o limpieza del huevo como principal factor de contaminación del sustrato de incubación. Existen evidencias en otras especies como en tortugas marinas donde el sustrato de incubación (arena), el color de esta afecta la temperatura de incubación de los nidos (Hays *et al.*, 2001).

10.2. Éxito de eclosión.

El éxito de eclosión de huevos de (*T. venusta*) está relacionado con el tipo de sustrato, lotes de reproductoras al momento de la postura del huevo, factores ambientales, técnicas de manejo y cuidado que favorezcan el proceso de eclosión.

El éxito de eclosión es relacionado con el número de neonatos eclosionados donde se toma en cuenta el número de huevos incubados por nido mencionado por (Ramírez, 2002). Los resultados para éxito de eclosión en este estudio mostraron un porcentaje general del 66.6% de acuerdo con el número de huevos incubados; sin embargo, es importante mencionar que en huevos de tortuga la eclosión puede adquirir éxito o fracaso en base a las medidas tomadas y los factores que puedan intervenir en ella. El porcentaje logrado en el estudio para éxito de eclosión se relacionó a factores ambientales, temperatura, momento de la puesta de huevos y cambios en las condiciones climáticas persistentes; el porcentaje de éxito de eclosión en el estudio se encuentra dentro de los rangos aceptables; los cuales pueden ser comparados con resultados obtenidos en el estudio realizado por (Zenteno, 1993) en tortuga hicoitea donde los porcentajes de avivamiento comparado en dos fechas diferentes presentaron un 50% para 1991 y 82% para 1992, se considera que en estas diferencias prevalecieron factores ambientales, cuidado y técnicas aplicadas. Así mismo estos resultados pueden ser comparables con el éxito de eclosión en tortugas

marinas donde se observó más de un 80% de eclosión en nidos naturales incubados en sustratos con salinidades entorno al 25%, (Foley *et al.*, 2006). Es evidente que hace falta un mejor entendimiento de los factores que determinan los procesos de incubación y eclosión. Nuestros resultados indicaron que no existieron diferencias significativas entre tratamientos para el material de incubación, por lo que será necesario abordar el sustrato de incubación desde otras características que nos expliquen las variaciones en el porcentaje de eclosión. Algunas de las posibles alternativas de abordaje son la utilización de sustratos que mantengan la estructura, características y rendimiento donde se reflejen factores importantes como retención de agua, humedad, textura, aireación, entre los más importantes, por lo cual resulta un poco difícil encontrar un sustrato adecuado que muestre que el éxito de eclosión obtenga porcentajes del 100% (Valencia, 2004).

El tiempo de eclosión en tortuga hicotea (*T. venusta*) es en promedio de 60 días (Beynon y Cooper, 1998); tomando en consideración los días que pudieran tener después de la postura, sin embargo durante el proceso de estudio el tiempo de eclosión en promedio de días varió entre 45.4 y 48.1 en días, estos cambios pudieron haberse registrado por la intervención de factores de suma importancia como la temperatura, humedad, tipo de sustrato que son los que determinan el tiempo de eclosión de los neonatos; en estudio realizado por (Soini y Coppula 1995) refieren que el rango de incubación en tortugas marinas es de 55 a 97 días tomando en consideración las condiciones climáticas y factores ambientales; sin embargo cabe señalar que en este estudio fueron condiciones controladas que pueden provocar que el tiempo de eclosión pueda presentar variaciones en cuanto al tiempo estimado en incubación natural.

10. 3. Supervivencia de crías (*T. venusta*).

La supervivencia en crías de tortuga hicotea (*T. venusta*) mantenida en cautiverio es importante de esta depende el aumento de la tasa de producción de crías; la alimentación, mantenimiento y cuidados son la base primordial en la supervivencia, calidad y cantidad de los organismos en una población de especies.

La alimentación de crías de tortugas en condiciones de cautiverio debe ser balanceada que incluya nutrientes necesarios tales como calcio y vitamina A que son las que forman parte para el desarrollo, crecimiento y sobrevivencia de las crías. Los porcentajes de sobrevivencia obtenidos los primeros dos meses de vida en este estudio alcanzaron el 100% debido que no se registró mortalidad alguna (0%) en las crías resultado del estudio que pueden ser comparados con el estudio realizado por (Godínez *et al.*, 1993); donde obtuvo cero mortalidad para el cultivo de *C. agassizii* en México. Es importante mencionar que se deben tomar en consideración las aplicaciones de medidas sanitarias y profilácticas para lograr mantener a las especies con buenas expectativas de sobrevivencia.

10. 4. Crecimiento de crías de (*T. venusta*) a 60 días

Referente al crecimiento en crías de (*T. venusta*) en cautiverio es un proceso que exige condiciones favorables para la especie donde pueda desarrollar su crecimiento que le permita estilo de vida saludable. Durante el estudio las crías de (*T. venusta*) mostraron crecimiento físico en medidas de longitud del caparazón en promedio general del 4.4% siendo este aceptable para los primeros dos meses de vida. Es importante señalar que las especies de tortugas mantenidas en cautiverio pueden presentar variaciones en su crecimiento debido a ciertos factores ambientales y la atención que se le brinda de acuerdo con el medio en que se encuentre.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basado en los resultados obtenidos durante el estudio se concluye de la siguiente manera:

- Los cuatro tratamientos desinfectantes (físicos y químicos) no afectan el tiempo de incubación, éxito de eclosión, sobrevivencia y el crecimiento de crías de (*T. venusta*) en la arena; lo cual indica que son métodos que pueden ser utilizados indistintamente en procesos de incubación en huevos de tortugas dulceacuícolas.
- Los tratamientos desinfectantes aplicados al sustrato de incubación durante el estudio mostraron que son métodos confiables que pueden aplicarse y que ayudan a mantener inocuos los sustratos, además que son de bajo costo.
- El tiempo de eclosión durante el estudio fue incluso menor que lo reportado y la sobrevivencia de las crías una vez eclosionadas fue de 100% a los 60 días, resultados que indica que no existieron incidencias por aplicar desinfectantes al sustrato.
- El crecimiento del caparazón de las crías de (*T. venusta*) evaluado durante el proceso de estudio mostro resultados favorables para la especie e indico que el uso de medidas de desinfección al sustrato no impide el desarrollo del crecimiento de los organismos.
- En la de incubación artificial en huevos de (*T. venusta*) se recomienda emplear observación, selección, cuidados y manejo de huevos que son bases primordiales para mejores resultados.

- Los tratamientos desinfectantes al sustrato de incubación pueden aplicarse sin causar efectos dañinos a la eclosión, sobrevivencia y crecimiento en crías de (*T. venusta*).
- Para los procesos de incubación de huevos de tortugas (*T. venusta*) en condiciones artificiales se recomienda emplear una buena selección de reproductoras y huevos al momento de la puesta; al igual que se aplique la técnica de asoleo al sustrato de incubación antes de ser utilizado.

XII. REFERENCIAS

- Ascencio J., F. (2003). Evaluación de la Incubación artificial de huevos de hicotea (*Trachemys scripta venusta*) bajo condiciones de manejo intensivo. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 95 p.
- Beynon, P. y J. Cooper, (1998). Manual de Animales exóticos. Editorial Harcourt Brace. Barcelona. España. 357 pp.
- Cruz R. H, y Teahulos T. E. (1994). Notas del manejo de iguanas en cautiverio durante la etapa reproductiva en el estado de Oaxaca. In: Memorias del XII Simposio sobre Fauna Silvestre "Gral. M. V. Z. Manuel Cabrera V." UNAM- Gob. Del Edo. De Mex. Com. Estatal de Parques Nacionales y de la Fauna. Toluca Estado de México.
- Coordinación de Información y Servicios Externos, Conabio. México. (2015).
- Ernest. H; & Barbour, R. W. (1994). Turtles of the world. 1ra Ed. Smithsonian Institution pres, Washington, D. C. London. 313 pp.
- Espejel González, V. E. (2004). Aspectos biológicos del manejo del chopontil *Claudius angustatus* (Testudines: Staurotypidae) Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo de Fauna Silvestre. Instituto de Ecología A. C. 61p.
- Flores Villela, O., y García Vázquez, U. O. (2013). Biodiversidad de Reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84.

- Foley A., Peck S., & Harman G. (2006). Effects of sand characteristics and inundation on the hatching success of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) clutches on low- relief mangrove islands in Southwest Florida Chelonian Conserv. Biol. 5 (1): 32-41.
- Godínez Domínguez E., R. E., Carretero Montes, F. de A., Silva Bátiz., S. Ruíz., y B. Aguilar. (1993). Crecimiento de neonatos de *Chelonia agassizzi* (Testudines: Cheloniidae) en cautiverio. Rev. Biol. Trop., 41(2): 253-260.
- Garza C., y Vogt R. (1994). Algunos aspectos de la Iguana verde (*Iguana iguana*) en cautiverio en la región de los Tuxtla, Veracruz. In: Resúmenes de la III. Reunión Nacional de Herpetología, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 66 pp.
- Gallina T. S. A., Hernández, H. A., Delfín, A. C. A., González, G. A. (2009). Unidad para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. Investigación ambiental 1 (2): 143- 152.
- González Porter, G. P. (2015). Manejo y Crianza de tortugas en cautiverio: Manual de Capacitación, (p 42). <<http://biblioteca.Semarnat.gob.mx/junium/documentos/ciga/libro2009/CD001351.pdf>>.
- Gómez Aguilar, V., Ramos Ferrer, J. A. y Mendiola Campuzano, J. V. H. (2018). Eficacia de la aplicación de normatividad protectora de las Hicoteas (*Trachemys venusta*) en Tabasco. Kuxulkab; 24 (49): 19- 30, mayo- agosto. Doi:https://doi.Org/ 10.1936/kuxulkab.a24n49.2623.

- Houlihan, D., T. Boujar & M. Jobling. (2000). Food intake in fish. Blackwell Science, Oxford. 418 p.
- Hays G, C., Ashworth J, S., Barnsley M., J, Broderick A. C, Emery D, R., Godley B. J., Henwood A. & Jones F. L. (2001). The importance of sand albedo for the thermal conditions on sea turtle nesting beaches. *Oikos*, 93: 87-95.
- León, C. (1989). La quelonicultura en Tabasco. *Técnica pesquera* 22 (25): 8-13.
- Ley General de Vida Silvestre (2010). Diario Oficial de la Federación 3- de Julio 2000. Estados Unidos Mexicanos.
- Laparra Torres, K. (2005). Estudio del desarrollo ontogenético de la hicotea (*Trachemys venusta*). Tesis de licenciatura Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 96p.
- Laparra, K., Hernández, A., Uribe M., y Hernández, U. (2014). Características Reproductoras de la tortuga dulceacuícola Hicotea (*Trachemys venusta*). *Kuxulkab*; 17(33). Fecha de consulta: 07 de Diciembre 2018. Doi: <https://doi.org/10.19136/Kuxulkab.a17n33361>.
- López Luna, M. A. (2013). Actualización del plan de manejo de UMA -manejo intensivo. Subsecretaría de gestión para la protección ambiental. Dirección general de vida silvestre. División Académica de Ciencias Biológicas. 46 p.
- Mader, (Editor). (1996). Reptile medicine and Surgery. W. B. Saunders Company. USA. 212- 224 pp.

- Kirk Miller., Packard Gary C., & Packard Mary. J. (1987). Hydric conditions during incubation influence locomotors performance of hatchling snapping turtle. J. Exp. Biol. 127: 401- 412.
- Patiño, M. J. (2010). Estudio de los factores ambientales que afectan el desarrollo de la Tortuga laúd (*Dermochelys coriácea*) en Colombia y Sur de Panamá. Aplicación a Programas de Manejo y Conservación. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- Ramírez, M. E. (2002). Éxito de eclosión en nidos de *Lepidochelys olivácea* en el vivero de Playa Toluca; departamento de la Libertad, El Salvador. Tesis profesional. Universidad de El Salvador. El Salvador. 97 p.
- Restrepo A., V. (2007). Nest site selection by Colombian Slider turtles, *Trachemys collirostris* (Testudines: Emydidae) in the Mompos Depresión Colombia. Chelonian Conservation and Biology 5 (2): 249- 254.
- Soini. P., y Coppula. M. (1995). Estudio reproducción y manejo de los quelonios del género Podocnemis (*Charapa, cupiso y Taricaya*) en la Cuenca del Pacaya, rio Pacaya Loreta Perú. Informe No. 2.
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat- 2010. Protección ambiental- especies nativas de Mexico de flora y fauna silvestre- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en peligro. Diario Oficial de la Federación. 30 de Diciembre de 2010. 78 p.

- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca [SEMARNAT], (2011). Plan de manejo tipo para *Trachemys* (manejo intensivo). Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. México D.F.
- Torres, R. E. (2003). Estrategias para la transferencia tecnológica en el manejo operativo de la Unidad de Conservación y Aprovechamiento de las tortugas dulceacuícolas del Ejido Rio Playa, Comalcalco Tabasco. México. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 96 p.
- Vogt, R. C. & Guzmán S. G. (1988). Food partitioning in a neotropical freshwater turtle community. *Copeia* Vol. 1988, No. 1, pp. 37-47.
- Vogt, R. C. & Flores V. O. A. (1992). Effects of incubation temperature and sex determination in a community of neotropical fresh water turtles in southern of Mexico. *Herpetológica*. 48: 265 – 270.
- Villegas Z. F, y Segovia S. J. (1998). Evaluación de la incubación de huevos de Iguana verde (*Iguana iguana*). Memorias del Primer Taller Nacional Sobre Manejo de iguanas en cautiverio. Pátzcuaro, Michoacán, Mayo de 1998.
- Valencia. G. C. (2004). Comparación de sustratos incubatorios. Aplicación de escoria como sustrato incubatorio comparándolo con la arena cribada de río en la incubación de huevos de Iguana verde (*Iguana iguana*) y negra (*Ctenosaura pectinata*) a temperaturas controladas. En: Memorias del VII Reunión Nacional sobre iguanas, UMAR, Oaxaca, México, D.F. 29-36. p.

- Valverde, R. A. (2010). Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* at a mass nesting rookery. *Endangered Species Research* (12).
- Vázquez, N. I., López, P. D., Montalvo, U. H., Méndez, S. C. A. y Castillo, A. O. (2010). Estructura y composición florística de vegetación inundable en la División Académica de Ciencias Biológicas, Villahermosa, Tabasco. *Kuxulkab* 31(1): 21-30.
- Wallace, B. P., Sotherland, P. R., Spotila, J. R., Reina, R. D., Franks, B. F. & Paladino, F. V. (2004). Biotic and Abiotic Factors Affect the Nest Environment of Embryonic Leatherback Turtles, *Dermochelys coriacea* physiological and Biochemical Zoology, 77(3):423-432.
- Zenteno R., C. E. (1993). Estudio de la reproducción de tres especies de tortuga de aguadulce en el estado de Tabasco. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 75p.
- Zenteno R., C. E. (1999). Caracterización demográfica de la tortuga pinta (*Trachemys scripta venusta*) y sus potenciales de aprovechamiento en la laguna experimental del Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados. Veracruz. México. Tesis de Maestría Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 107p.
- Zenteno, R. C. E., Sánchez, A. M., Cruz, R. M. y Torres, R. E. (2001). Historia natural de las tortugas dulceacuícolas del Ejido Rio Playa, Comalcalco Tabasco.

Kuxulkab, Revista de Divulgación de la división Académica de Ciencias Biológicas, 6(12): 12- 22.

Zenteno R, C. E., L. F. Zamora C., S. Cabrera P y D. M. Carrillo T. (2004). Captura y Uso del Fuego en el Aprovechamiento de las Tortugas Dulceacuícolas en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. En: Etnopaisaje, trabajo comunitario y manejo y conservación de los recursos naturales Gama. L., S. Ochoa G.; C. Chiappy (Eds). División de Ciencias Biológicas. UJAT México. 106-116 p.

Zenteno R., C. E., Burelo J. C.M., Méndez, C. A. y J. A. Hernández V. (2019). Unidades de Manejo Para La Conservación de la Vida Silvestre (UMA). En: La biodiversidad de Tabasco. Estudio de estado. Vol. III. CONABIO, México, pp. 251-257.

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	“Éxito de eclosión, sobrevivencia y crecimiento de crías de <i>Trachemys Venusta</i> (Seidel 2002) en diferentes tratamientos desinfectantes al sustrato de incubación en la UMA CICEA”
Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:	Amalia Trinidad López
ORCID:	https://orcid.org/0009-0007-4447-2666
Resumen de la Tesis:	La hicotea (<i>Trachemys venusta</i>) es una tortuga de interés comercial y la más reproducida en las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida silvestre (UMA) en el sureste. Uno de los retos para su aprovechamiento sustentable es incrementar su producción a través de la incubación artificial. La arena de río es el material más económico y fácil de conseguir como sustrato de incubación, sin embargo, no existe información sobre una técnica para su desinfección, que asegure que no afectará negativamente el desarrollo del huevo o repercutirá en la calidad de la cría. El presente trabajo se realizó con la finalidad de contribuir al mejoramiento de técnicas de manejo del sustrato de incubación artificial en huevos de hicotea (<i>T. venusta</i>) en UMAs del Estado. Una vez transcurrido el periodo de incubación se midieron las variables éxito de eclosión, sobrevivencia y crecimiento de las crías. Las diferencias en los parámetros de crecimiento se evaluaron con un ANOVA en el programa Statgraphics. Para el éxito de eclosión los

	datos se analizaron con una regresión de Poisson (modelos lineales generalizados, MLG) y se estimaron la significancia de los tratamientos con la distribución Chi cuadrada. Los resultados indicaron que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos; lo cual implica que son métodos que pueden ser utilizados indistintamente en procesos de incubación en huevos de Trachemys.
Palabras claves de la Tesis:	Eclosión, Incubación Artificial, Sustrato, Trachemys, UMA.
Referencias citadas:	Laparra Torres, K. (2005). Estudio del desarrollo ontogenético de la hicoetea (<i>Trachemys venusta</i>). Tesis de licenciatura Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 96p. Laparra, K., Hernández, A., Uribe M., y Hernández, U. (2014). Características Reproductoras de la tortuga dulceacuícola Hicoetea (<i>Trachemys venusta</i>). Kuxulkab; 17(33). Fecha de consulta: 07 de Diciembre 2018. Doi: https://doi.org/10.19136/Kuxulkab.a.17n33361. Vogt, R. C. & Flores V. O. A. (1992). Effects of incubation temperature and sex determination in a community of neotropical fresh water turtles in southern of Mexico. <i>Herpetológica</i>. 48: 265 – 270. Zenteno R., C. E. (1993). Estudio de la reproducción de tres especies de tortuga de aguadulce en el estado de Tabasco. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 75p. Zenteno, R. C. E., Sánchez, A. M., Cruz, R. M. y Torres, R. E. (2001). Historia natural de las tortugas dulceacuícolas del Ejido Rio Playa,

	Comalcalco Tabasco. Kuxulkab, Revista de Divulgación de la división Académica de Ciencias Biológicas, 6(12): 12- 22.
--	---

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.